

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-328761

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 04-150008

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 19.05.1992

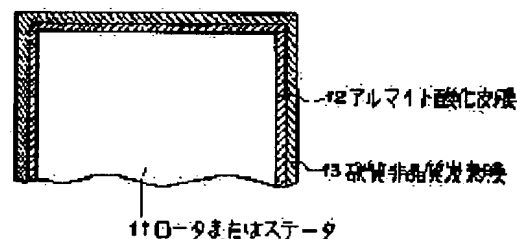
(72)Inventor : MYOGA OSAMU  
BABA KAZUHIRO

## (54) ULTRASONIC MOTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the temperature rise of a sliding part and elongate the life by forming an alumite oxide film, as a middle layer, on the sliding face of a rotor or a stator made of aluminum alloy, and further, forming a hard amorphous carbon film on the surface, in an ultrasonic motor which is equipped with said rotor arranged in pressure contact with the end face of the stator.

**CONSTITUTION:** An alumite oxide film 12 is formed on the sliding face and the side face of a rotor or a stator 11, and a hard amorphous carbon film 13 is formed on the surface of the oxide film 12. This hard amorphous carbon film 13 is grown uniformly using a cyclotron resonance plasma vapor growth device. What is more, the content of hydrogen is within the range of 10-30atom%. Hereby, enough abrasion resistance and heat radiation property can be obtained and a long life of ultrasonic motor can also be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-328761

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 N 2/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 8525-5H

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-150008

(22)出願日 平成4年(1992)5月19日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 冥加 修

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 馬場 和宏

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

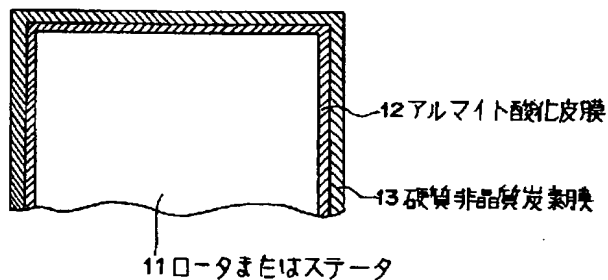
(74)代理人 弁理士 館野 千恵子

(54)【発明の名称】 超音波モータ

(57)【要約】

【目的】 耐摩耗性に優れ、長時間連続駆動可能な超音波モータを提供する。

【構成】 ステータまたはロータの摺動面に中間層としてアルマイト酸化皮膜を形成し、その表面に10~30原子%の水素を含む硬質非晶質炭素膜を形成する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 縦・振り複合振動子をステータとし、該ステータの端面に圧接して配置されたロータを備えた超音波モータにおいて、アルミニウム合金からなるロータあるいはステータのいずれか一方の少なくとも摺動面に中間層としてアルマイト酸化皮膜を形成し、該酸化皮膜の表面に 10～30 原子%の水素を含む硬質非晶質炭素膜を形成したことを特徴とする超音波モータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、超音波振動によりロータを回転させて駆動力を発生させる超音波モータに関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 従来の縦・振り複合振動子をステータとした超音波モータはステータの端面にロータを圧接して、これを回転させる。この超音波モータは、本発明者らによって既に提案されている（例えば、特願昭 63-66471 号）。該超音波モータは定在波の縦および振り振動を利用しているためにエネルギー密度が高く、ロータをステータに強く圧接しても振動モードが歪み難いために高トルクの超音波モータを実現できるという特徴を有している。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の超音波モータは、高トルクを得るためにロータを高圧接力でステータに圧接しており、そのためにロータとステータの摺動面は過酷な条件下となり、摺動面の摩耗が著しく、長寿命化の面で大きな問題がある。該摩耗が起ると、超音波モータの駆動条件の大幅な変化によってモータ特性が劣化し、ロータの回転が停止するに至る。しかし、摩耗を皆無とすることは現状では困難であり、従って、実用に耐えうる長寿命の超音波モータを実現するためには、摩耗量が少ない材料同士の組み合わせおよび摺動面の粗さの最適化を施し、長寿命化を図っている。電磁モータはロータとステータが非接触であるのに対して、超音波モータはロータとステータが高い圧接力で接触している。そのため、起動トルクが大きいという特長と、摺動による発熱でロータとステータの摺動部材の劣化を招き、摩耗を増加させる、短寿命化させるという問題点を有している。本発明の目的はこのような従来の課題を解決することにある。

**【0004】**

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、さきに特願平 3-119657 号で硬質非晶質炭素膜をロータあるいはステータのいずれかの摺動面に形成することで、縦・振り複合振動子をステータとした超音波モータの長寿命化が実現できることを提案しているが、本発明は超音波モータの寿命を更に向上させるものである。

【0005】 即ち、本発明は、縦・振り複合振動子をス

テータとし、該ステータの端面に圧接して配置されたロータを備えた超音波モータにおいて、アルミニウム合金からなるロータあるいはステータのいずれか一方の少なくとも摺動面に中間層としてアルマイト酸化皮膜を形成し、該酸化皮膜の表面に 10～30 原子%の水素を含む硬質非晶質炭素膜を形成したことを特徴とする超音波モータである。

【0006】 ロータあるいはステータのアルマイト酸化皮膜が配置された摺動面に形成する硬質非晶質炭素膜の膜厚は特願平 3-119657 号に述べたように 0.01  $\mu\text{m}$  以上が好ましい。硬質非晶質炭素膜が 0.01  $\mu\text{m}$  を下回る膜厚では耐摩耗性が不十分なことがある。アルマイト酸化皮膜の膜厚は 5  $\mu\text{m}$  以上が好ましい。アルマイト酸化皮膜が 5  $\mu\text{m}$  を下回る膜厚では耐摩耗性が不十分なことがある。またアルマイト酸化皮膜を設けず、硬質非晶質炭素膜のみを形成した場合、部材との密着性が悪く、容易に膜が剥離してしまう。従って、硬質非晶質炭素膜が有する耐摩耗性を利用するためには、中間層のアルマイト酸化皮膜が必要不可欠である。

【0007】 また、硬質非晶質炭素膜を形成した部材の摺動面の中心線平均粗さは 0.03～0.3  $\mu\text{m}$  がよい。ここで言う中心線平均粗さは、一般に承認された最もよく使われる国際的な粗さのパラメータで、平均線からの形状の変位量の算術的平均値で与えられる。ロータあるいはステータのいずれか一方の摺動面の中心線平均粗さが 0.03  $\mu\text{m}$  を下回ると、他方の部材との間の実効的摩擦係数が小さくなりやすく、高トルクの超音波モータが得られにくい。一方、中心線平均粗さが 0.3  $\mu\text{m}$  を超えると、超音波モータの駆動によって他方の部材の摩耗が著しく、長寿命化を実現しにくい。

**【0008】**

【作用】 縦・振り複合振動子をステータとした超音波モータは、ロータとステータの圧接力を大きくしても振動が抑圧され難いために高トルクの超音波モータを実現できるが、その反面、ロータとステータの摺動面には大きな力が作用し、摺動面の摩耗が起り易くなる。さらに摩耗が進行すると超音波モータの駆動条件の大幅な変化によってモータ特性が劣化し、ロータの回転が停止するに至る。しかしながら、本発明によれば、摺動部で発熱した熱をロータあるいはステータの摺動部に形成した硬質非晶質炭素膜を通して放熱し、中間層として配置した熱伝導の悪いアルマイト酸化皮膜でロータあるいはステータ部材の内部に極力熱伝達しないようにすることで、摺動部の発熱による部材の温度上昇が抑えられ、モータ性能を劣化させることなく、実用上十分に長寿命の超音波モータを実現することができる。

**【0009】**

【実施例】 次に本発明の実施例について説明する。図 1 に示すようなロータあるいはステータ 11 の摺動面及び側面にアルマイト酸化皮膜 12 を形成し、該酸化皮膜の

表面に硬質非晶質炭素膜 13 を形成した本発明の超音波モータにおいて、硬質非晶質炭素膜は図 2 に示した電子サイクロトン共鳴プラズマ気相化学成長 (ECRPCVD) 装置を用いた場合に、ロータ及びステータ部材の表面の凸凹に影響されず比較的均一に成膜することが可能であった。図 2 において、21 は真空槽、22 はプラズマ発生器、23 はマグネット、24 は真空ポンプ、25 は回転導入機、26 はロータまたはステータ、27 はメタンガス、28 は水素ガスである。

【0010】硬質非晶質炭素膜を形成すべきロータあるいはステータ 26 を真空槽 21 内に設置し、装置全体を  $10^{-6}$  トール程度に排気した後、メタンガス 27、水素ガス 28 をメタンガス濃度が 1~5 体積% で全圧が 0.1 トールとなるように導入した。続いてプラズマ発生器 22 により 2.45 GHz、500 W マイクロ波電力を導入しプラズマを発生させた。マグネット 23 の磁場によりプラズマ中の電子がサイクロトン共鳴を起こし、ロータまたはステータの位置においてプラズマ密度が最大になるように設定した。成膜中、ロータあるいはステータは外部加熱を行わず、また外周全体に成膜できるように回転導入機 25 により毎分 1~10 回転で回転させた。硬質非晶質炭素膜の膜厚は 1~2  $\mu\text{m}$  とし、成膜時間を変えることにより制御した。

【0011】この結果得られた炭素膜は非晶質であり、膜中には 10~30 原子% の水素が含まれていた。またこの膜の硬度はビッカース硬度に換算して 8000~1

0000  $\text{kg/mm}^2$  であった。さらにこの炭素膜の熱伝導率を測定したところ、約 500 W/m $\cdot$ K で、通常の金属より大きな熱伝導率を示すことがわかった。一方、炭素膜を成膜する際に水素を使用せず原料メタン濃度を 100% とした場合、炭素膜中に含まれる水素は 10 原子% 未満であったが、膜の硬度が低く十分な耐摩耗性が得られなかった。またマイクロ波電力を変化させて水素を 30 原子% 以上含む膜を作成したところ、その熱伝導率は 100 W/m $\cdot$ K 以下であり、必要な放熱特性が得られなかった。従って、本発明における十分な耐摩耗性と放熱特性を兼ね備えた炭素膜においては、水素含有量が 10~30 原子% の範囲にあることが必要である。

【0012】次に、ロータあるいはステータの摺動面及び側面にアルマイト酸化皮膜および硬質非晶質炭素膜 (DLC) を形成した超音波モータ、及びロータあるいはステータの摺動面にシリコン膜と硬質非晶質炭素膜を形成した従来の超音波モータについて連続駆動試験を行った。その結果を表 1 に示した。No. 1~4 は本発明の超音波モータであり、硬質非晶質炭素膜を形成した従来の超音波モータに比べて連続駆動試験時間が改善された結果が得られた。No. 5 は本発明の範囲外の従来の超音波モータである。なお表中、連続駆動試験の欄に◎印があるのは、引き続き試験可能なものを示す。

【0013】

【表 1】

No.	ロータ	ステータ	連続駆動 試験時間 (時間)
1	アルマイト酸化皮膜/DLC	アルマイト酸化皮膜	9500◎
2	芳香族ポリエステル系樹脂	アルマイト酸化皮膜/DLC	8800◎
3	アルマイト酸化皮膜/DLC	芳香族ポリエステル系樹脂	8200◎
4	アルマイト酸化皮膜	アルマイト酸化皮膜/DLC	9500◎
5	Si/DLC	アルマイト酸化皮膜	4800
12	アルマイト酸化皮膜		
13	硬質非晶質炭素膜		
21	真空槽		
22	プラズマ発生器		
23	マグネット		
24	真空ポンプ		
25	回転導入機		
26	ロータまたはステータ		
27	メタンガス		
28	水素ガス		

【0014】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明によれば、長寿命の超音波モータを提供することができ、その工業的価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

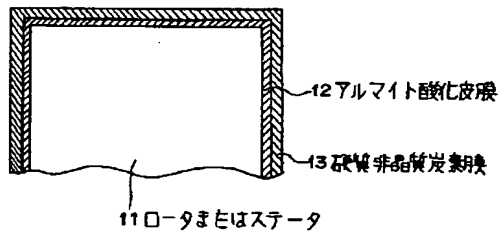
【図 1】本発明による超音波モータのロータまたはステータの断面図である。

【図 2】硬質非晶質炭素膜の形成に使用される装置の一例の構成図である。

【符号の説明】

11 ロータまたはステータ

【図 1】



【図 2】

